

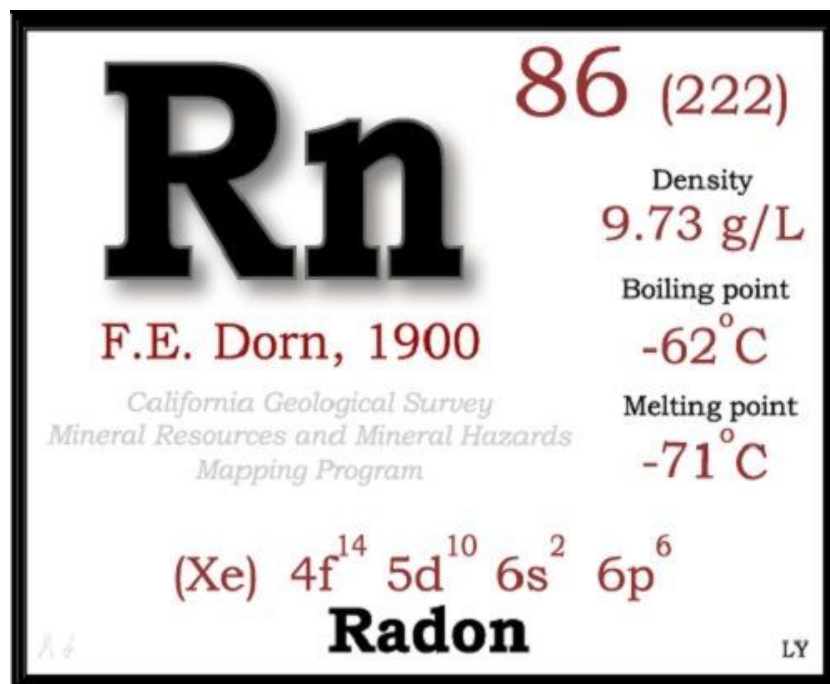
ЕСТЕСТВЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ.

Радон

РАДИОАКТИВНЫЙ ГАЗ РАДОН

Rn	86 (222)
F.E. Dorn, 1900	Density 9.73 g/L
<i>California Geological Survey Mineral Resources and Mineral Hazards Mapping Program</i>	Boiling point -62°C
	Melting point -71°C
	(Xe) 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p⁶
	Radon
16	LY

Радон — самый тяжелый элемент восьмой группы периодической системы, единственный из благородных газов, не имеющий стабильных и долгоживущих изотопов. Простое вещество радон при нормальных условиях — бесцветный инертный газ, радиоактивен, может представлять опасность для здоровья и жизни.



Около 70% годовой эффективной дозы человек получает от природных источников ионизирующего излучения.

Главным «облучателем» организма является инертный газ радон, имеющий несколько изотопов, самые долгоживущие радон 222 и радон 220(или торон) и их дочерние продукты распада.

Радон — радиоактивный одноатомный тяжёлый газ без цвета и запаха.

Собственная радиоактивность радона вызывает его флюоресценцию.

Газообразный и жидкий радон флюоресцирует голубым светом, у твёрдого радона при охлаждении до азотных температур цвет флюоресценции становится сначала жёлтым, затем — красно-оранжевым.

Плотность радона при нормальных условиях составляет 9,73 кг/м³, что примерно в 8 раз больше плотности воздуха.



Радон является родоначальником обширного семейства генетически связанных радионуклидов, претерпевающих практически все известные типы распада.

Все дочерние радионуклиды являются высокотоксичными тяжелыми металлами (полоний, таллий, висмут, свинец и др.). Продукты распада являются высокоэнергетическими излучателями.

В результате дочерний элемент в виде атома отдачи внедряется в биологические ткани, где и застревает. Последовательные циклы альфа-отдач приводят к проникновению радионуклидов на значительные глубины в биологические объекты. В воздухе продукты распада (все они представляют собой нелетучие элементы) находятся в высоко ионизированном состоянии и легко адсорбируются на любых поверхностях, в том числе - на трахеях и бронхах. Тяжелые металлы плохо выводятся из организма.

РАДОН (эманация Em)

Одноатомный газ без цвета и запаха, самый тяжёлый из инертных газов (в 7,5 раз тяжелее воздуха); α -излучатель

Существует 4 природных изотопа:
радон-222, радон-220, радон-219, радон-218

Эманирование – выделение радиоактивных изотопов радона из твердых веществ, содержащих изотопы радия

Радон не имеет стабильных изотопов.

Наиболее устойчив ^{222}Rn ($T_{1/2}=3,8235$ суток), входящий в природное радиоактивное семейство урана-238 и являющийся непосредственным продуктом распада радия-226. Иногда название «радон» относят именно к этому изотопу.

В семейство тория-232 входит ^{220}Rn ($T_{1/2}=55,6$ с), иногда его называют торон (Tn).

В семейство урана-235 входит ^{219}Rn ($T_{1/2}=3,96$ с), а также очень короткоживущий ($T_{1/2}=35$ мс) радон-218. Все отмеченные изотопы радона испытывают альфа-распад.

Этими четырьмя нуклидами исчерпывается список природных изотопов радона.

Известны ещё 30 искусственных изотопов Rn

Ядра радона постоянно возникают в природе при радиоактивном распаде материнских ядер. Равновесное содержание в земной коре 7·10–16% по массе.

Ввиду химической инертности радон относительно легко покидает кристаллическую решётку «родительского» минерала и попадает в подземные воды, природные газы и воздух.

Основная часть радона и его продуктов распада поступает в помещения из почвы под зданием, а также из строительных материалов от обогащенных радоном воды и природного газа. При этом наиболее распространенные из них (дерево, кирпич, бетон) выделяют немного радона, значительно большей радиоактивностью обладают гранит и пемза. Радиоактивность воздуха в подвалах в 8-25 раз выше атмосферного воздуха. Чем выше расположено помещение, тем ниже объемная активность радона.

ИСТОРИЯ РАДОНА

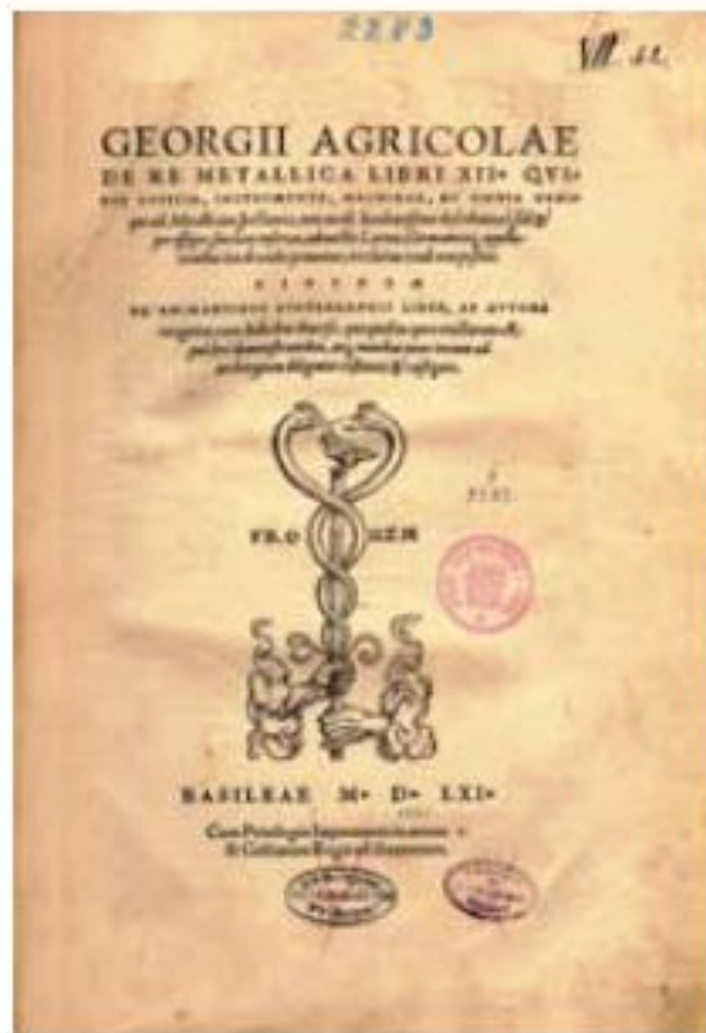
- 1899-1904 гг. Резерфорд, Оуэнс, Рамзай, Содди, Дорн, Дебьерн...
- 1470 г. Район Шнееберга, *Рудные горы*
- Добыча серебряной руды открытым и закрытым способами (*глубина до 400 м*)
- Георг Агрикола, «отец минералогии»
«De Re Metallica»

В 1899 г. М. Кюри обнаружила, что воздух, в контакте с которым находятся соединения радия, становится радиоактивным.

В 1900 г. Резерфордом было показано, что это явление вызывается газообразным веществом, выделяющимся из радия (эманацией).

Изучение эманации Ra-222 показало, что она по своим свойствам аналогична ксенону и другим благородным газам. Средняя атомная масса эманации оказалась равной 222.

Было доказано, что эманация представляет собой радионуклиды нового элемента — инертного газа, которому отвечает атомный номер 86. Все это определило положение в периодической системе нового элемента, названного радоном.



Георг Агрикола
(1494–1555)

Г. Агрикола.
De Re Metallica.
Титульный лист книги



Пассивная система вытяжной вентиляции в шахтах



Активная система вентиляции в шахтах

Ещё в древнейшие времена (I-й век до нашей эры) природная окись урана использовалась для изготовления жёлтой глазури для керамики. Осколки керамики с желтой глазурью (содержащие более 1% оксида урана) находили среди развалин Помпеи и Геркуланума. Появление уранового стекла оценивается, по крайней мере, 79 г н.э., которым датируют мозаику, найденную на римской вилле на мысе Посиллипо в Неаполитанском заливе (Италия) в 1912 году и содержащей жёлтое стекло с содержанием оксида урана около 1% (см. Дополнительные материалы к разделу 3).

Начиная с конца средних веков настуран (уранит) начал добываться из серебряных рудников Габсбургов вблизи города Яхимов в Богемии (в настоящее время Яхимов, Чехия) и был использован как краситель в местном стекольном производстве.

В современной истории первым применением технологически произведённых соединений урана также было приготовление окрашенных (главным образом красных, оранжевых и коричневых) глазурей для керамических изделий, а также изготовление уранового стекла, имеющего жёлто-зелёную окраску и способного флуоресцировать под действием солнечного или





Реки и озёра - 370 Бк/м³

Морская вода - 1100 Бк/м³

Грунтовые воды - 3700-370 000 Бк/м³

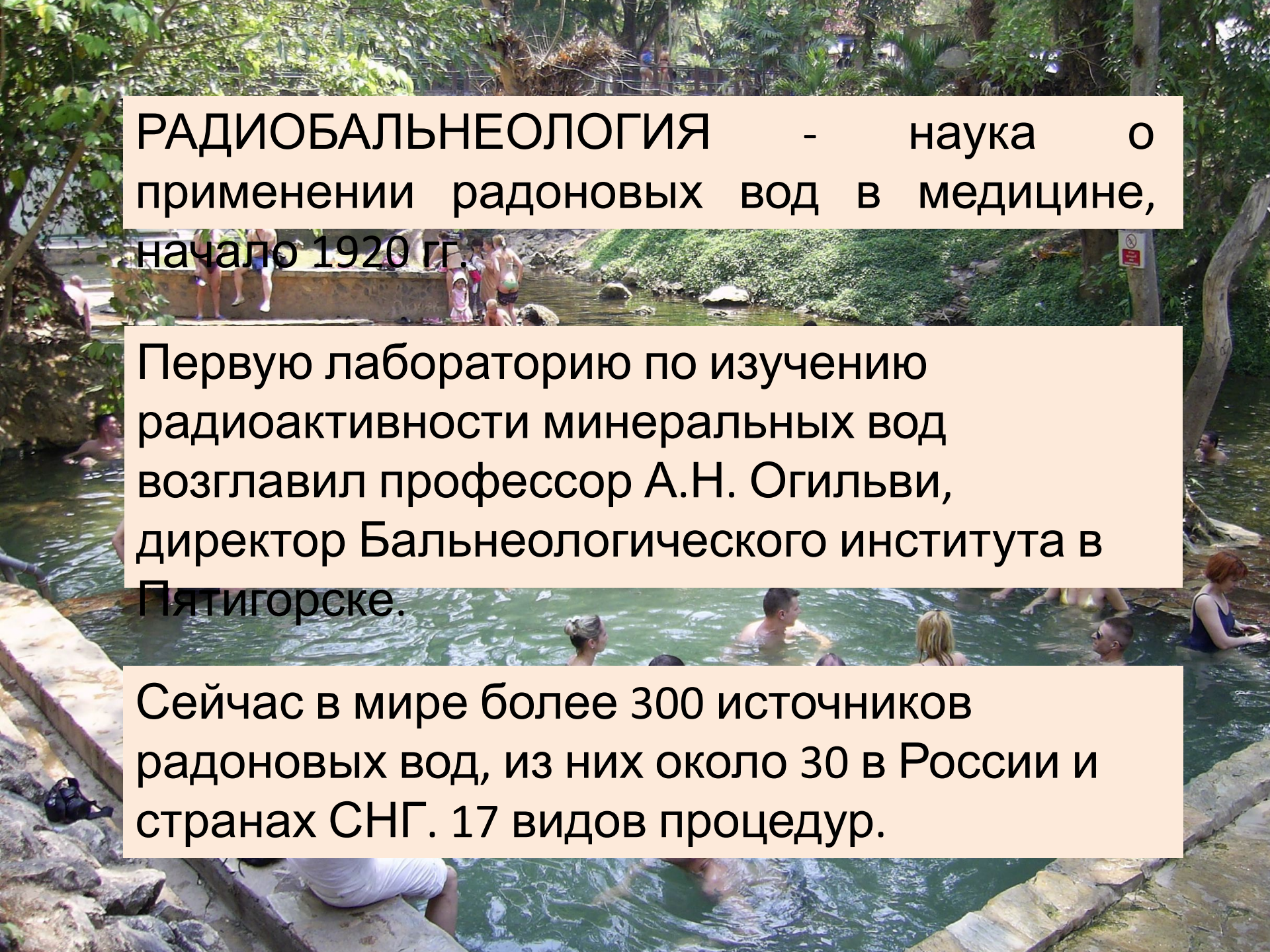
Водопроводная вода - 1000 - 100 000 Бк/м³

РАДОНОТЕРАПИЯ

Древние римляне
- купальня в
Баден-Бадене



- 1904 г. первый путеводитель по радоновым источникам (11 курортов Австрии, Германии, Италии)
- 1867 г. Белокуриха, Алтайский край
- *«Трудно объяснить столь благотворное действие этой воды ее химическим составом»*, - С.А. Смирнов



РАДИОБАЛЬНЕОЛОГИЯ - наука о применении радоновых вод в медицине, начало 1920 гг.

Первую лабораторию по изучению радиоактивности минеральных вод возглавил профессор А.Н. Огильви, директор Бальнеологического института в Пятигорске.

Сейчас в мире более 300 источников радоновых вод, из них около 30 в России и странах СНГ. 17 видов процедур.

- улучшают микроциркуляцию в коже;
- нормализуют работу сердца;
- выравнивают артериальное давление;
- оказывают выраженное седативное действие на центральную нервную систему и анальгезирующее на периферическую;
- повышают иммунитет;
- оказывают противовоспалительное действие;
- нормализуют морфологический состав и свертываемость крови;





Наиболее известны следующие курорты с радоновыми водами: Белокураха (Алтайский край), Пятигорск, Хмельник, Цхалтубо (Грузия), Яхимов (Чехия). Часто радоновые ванны сочетают с грязелечением (некоторые грязи - иловые, сапропелевые, торфяные содержат радон).

Во время приема радоновой ванны происходит абсорбция короткоживущих продуктов распада радона. Большая часть радона (70%) во время приема радоновой воды абсорбируется кожей, образуя так называемый активный налет и воздействуя на нее альфа-частицами. Меньшая часть (30%) диффундирует в глубжележащие слои кожи, подкожно-жировую клетчатку, в другие органы и ткани.



Проникая в верхний слой кожи, альфа-частицы вызывают ионизацию молекул воды и белка в клетках с последующим выделением биологически активных веществ, действующих на нервные окончания кожи, которые обеспечивают связь с ЦНС и внутренними органами.

Нервные рецепторы кожи обеспечивают рефлекторную реакцию организма на внешнее воздействие физических и химических раздражителей.

В коже заложены механизмы регуляции периферического кровотока, иммунной и энергетической систем организма. Действие на кожу малых доз α -излучения вызывает общую ответную реакцию организма, способствующую восстановлению нарушенных функций.

Через 2,5 часа после радоновой процедуры радон полностью выводится из организма, а еще через два часа исчезают дочерние продукты. Итак, на протяжении нескольких часов после радоновой ванны в коже и в меньшей мере в других органах и тканях в результате α -облучения возникает состояние ионизации тканевой жидкости, которая изменяет направленность и интенсивность биохимических процессов, что служит пусковым механизмом восстановления нарушенных функций органов и тканей.

Радон оказывает седативное, противоболевое и противовоспалительное действия, способствуя ликвидации хронических воспалительных процессов в отдельных органах.

В малых концентрациях радон повышает функцию щитовидной железы и яичников, а в больших - тормозит.

Радоновые ванны имеют выраженное действие на нервную и сердечно-сосудистую систему.

Хороший эффект медики получают, используя радон в терапии заболеваний опорно-двигательного аппарата.

- *Эксхалляция радона* – плотность его потока из почвы (грунта) в атмосферу, Бк/(м.кв.·с)
- *Эманирование* – выделение изотопов радона в воздух или другую среду из твёрдых веществ.

Нормирование ДПР изотопов радона в воздухе жилых и общественных зданий осуществляется по среднегодовой ЭРОА.

Эквивалентная равновесная объёмная активность радона (ЭРОА), Бк/м³

**Объёмная Активность (ОА), Бк/м³
(в 2 раза больше)**

НОРМИРОВАНИЕ ДПР ИЗОТОПОВ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ЗДАНИЙ

ЭРОА – эквивалентная равновесная объёмная активность

Реки и озёра – 370 Бк/м³
Морская вода – 1100 Бк/м³
Грунтовые воды – 3700-370 000 Бк/м³
Радоноводная вода – 1000 – 100 000 Бк/м³

**НРБ-99/2009 : для проектируемых зданий
(среднегодовая ОА)**

Реки и озёра – 370 Бк/м³
Морская вода – 1100 Бк/м³
Грунтовые воды – 3700-370 000 Бк/м³
Радоноводная вода – 1000 – 100 000 Бк/м³

**НРБ-99/2009 : для эксплуатируемых зданий
(среднегодовая ОА)**

В настоящее время во многих странах проводят экологический мониторинг концентрации радона в домах, так как в районах геологических разломов его концентрация иногда превышает допустимые нормы.

В Российской Федерации установлены следующие контрольные уровни радона в жилищах :

- ▣ Во вновь строящихся домах - не более 100 Бк/м³;
- ▣ Для существующих жилищ - не более 200 Бк/м³;
- ▣ Если не удастся снизить концентрацию ниже 400 Бк/м³, решается вопрос о переселении жильцов.

Методы исследования

Интегральный метод - измерения среднегодовой ОА радона в воздухе выполняют с помощью экспозиметров, при использовании которых производится пассивный отбор пробы воздуха в течение всего периода экспонирования в пробоотборную камеру (ПК) с расположенным внутри неё диэлектрическим трековым детектором (ТД)



1 - грунт под зданием

2 - стройматериалы

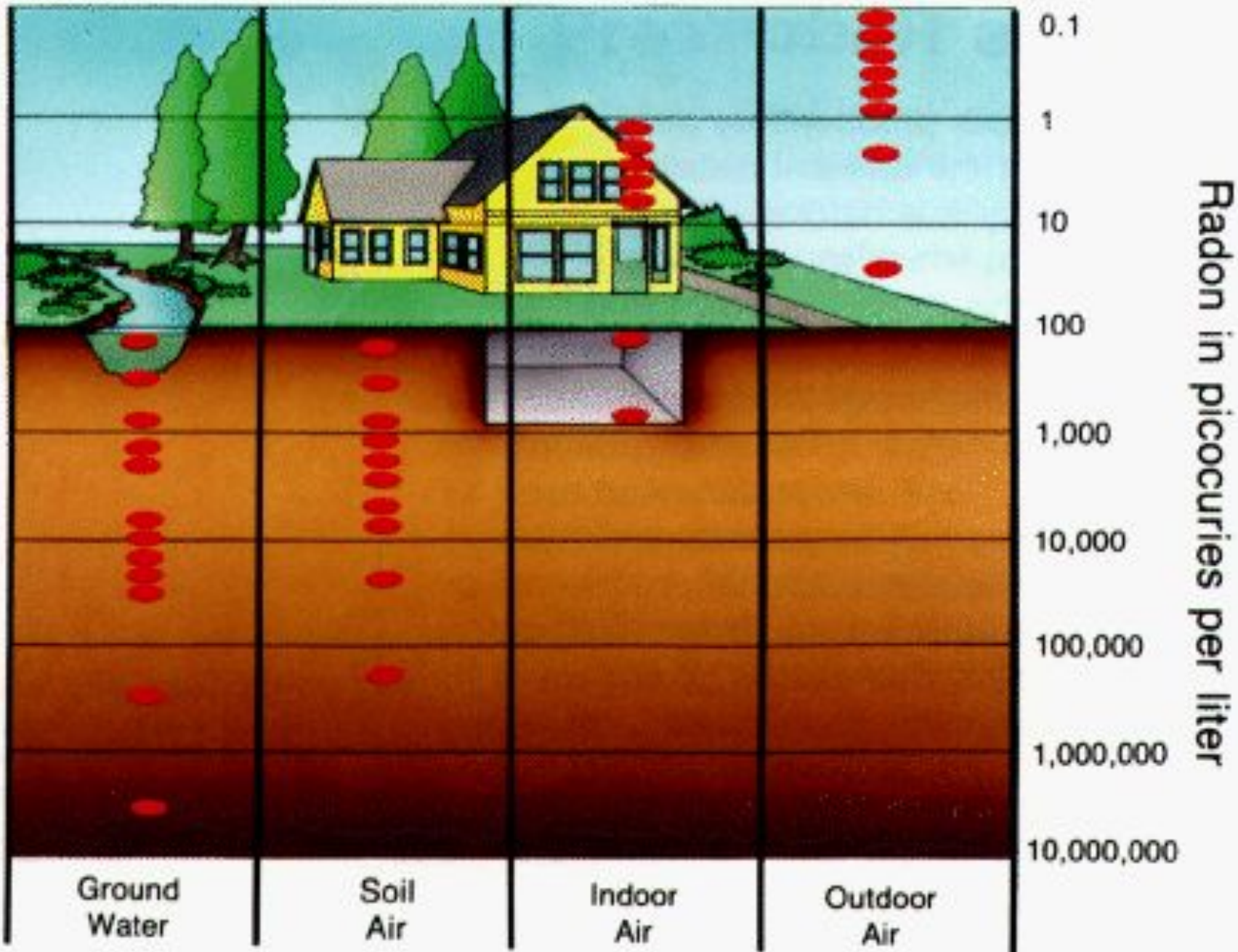
3 - вода;

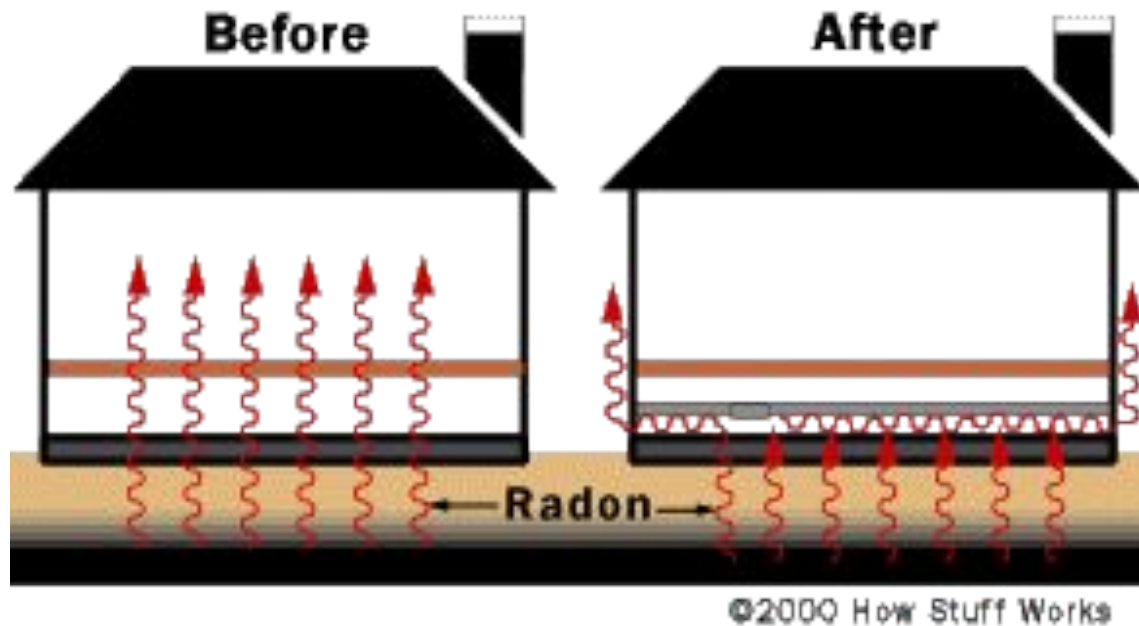
4 - природный газ

5 – геологическое строение территории

Основные составляющие радиационного фона помещений в значительной степени зависят от деятельности человека.

Это вызвано такими факторами, как выбор строительных материалов, конструктивных решений зданий и применяемых в них систем вентиляции.





Основными профилактическими мероприятиями, предупреждающими проникновение в помещение и накопление там радона, являются герметизация пола и стен подвальных и полуподвальных помещений с одновременной организацией эффективного их проветривания (результаты специальных исследований, проведенных в США, показали, что естественное проветривание подвальных помещений может снизить в них концентрацию радона в 5-10 раз), а также проведение аналогичных мероприятий в остальных помещениях дома.

Рассмотрим ситуацию с радоном, возникшую в Швеции в конце 70-х годов, где рост радонового риска стимулировался деятельностью "зеленых", направленной на ООС.

Увлечение идеей снижения энергопотребления жилым сектором привело к строительству новых типов зданий, характеризующихся улучшенной тепловой изоляцией, экономным режимом вентиляции и т.п.

Однако опыт их эксплуатации показал, что, обеспечив сохранность тепла, принятые меры существенно ухудшили радиационную обстановку, повысив концентрацию радона и продуктов его распада в воздухе.

В результате число шведов, заболевших раком легких, увеличилось в десятки раз.

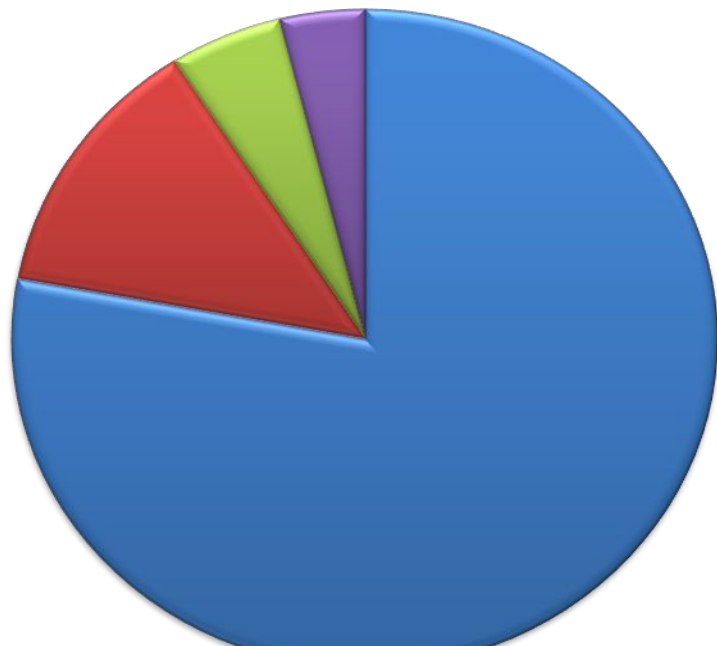
Сезонные соотношения ЭРОА радона

**Содержание зависит от времени года.
в зимние и летние сезоны отличается.**

**Для поддержания комфортной
температуры в помещении в разное
время года применяется разный
микроклимат, и это напрямую влияет
на ЭРОА радона в конкретных
помещениях**

**Горные породы
вулканического
происхождения: гранит, пемза,
туф**

**Безопасные строительные
материалы: дерево, известняк,
гипс, мрамор**



Классификация почв с точки зрения опасности поступления радона в жилище

Потенциал	Геологическая характеристика почв
Высокий	Богатые ураном кварцевые глины, граниты, пегматиты, пористые почвы
Нормальный	Гнейсы, вулканические почвы, валунная глина, песок
Низкий	Мелкий песок, ил, влажная глина, почвы, не проницаемые для почвенного газа

Попадая в организм человека, радон способствует процессам, приводящим к раку легких. Распад ядер радона и его дочерних изотопов в легочной ткани вызывает микроожог, поскольку вся энергия альфа-частиц поглощается практически в точке распада. Особенно повышает риск заболевания сочетание воздействия радона и курения. По данным департамента здравоохранения США, радон — второй по частоте (после курения) фактор, вызывающий рак легких

Слева - легкие некурящего человека.
Справа - легкие курильщика.
Но дела у обоих людей не очень.



Спасибо за внимание!